

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-205517

(P2002-205517A)

(43) 公開日 平成14年7月23日 (2002.7.23)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テーマコード (参考)

B 6 0 C 23/04

B 6 0 C 23/04

N 2 F 0 5 5

23/06

23/06

A

G 0 1 L 9/00

G 0 1 L 9/00

C

17/00

17/00

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2001-3333(P2001-3333)

(22) 出願日

平成13年1月11日 (2001.1.11)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 大橋 秀樹

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 高村 義徳

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外3名)

Fターム(参考) 2F055 AA12 CC51 DD20 EE40 FF28

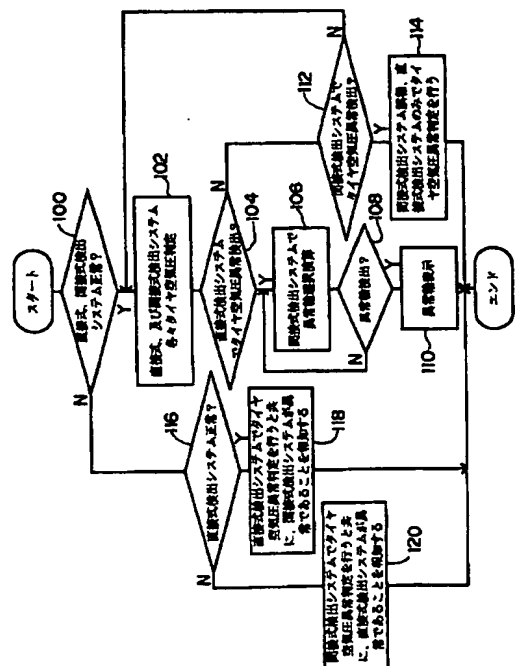
HH19

(54) 【発明の名称】 タイヤ空気圧の異常輪判定装置

(57) 【要約】

【課題】 タイヤ空気圧の異常輪を正確に検出することができるタイヤ空気圧の異常輪判定装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 圧力センサによってタイヤ空気圧の検出を行い、検出結果をタイヤ空気圧情報として、電波送信する直接式検出システムと、車輪速を検出する車速センサより得られる車輪速に基づいてタイヤ空気圧を推定する間接式検出システムとによって構成する。そして、タイヤ空気圧の異常輪の検出は、直接式検出システム及び間接式検出システム各々によるタイヤ空気圧判定を行い (102)、直接式検出システムにより得られるタイヤ空気圧情報に基づいてECUによってタイヤ空気圧の異常が判定された場合に間接式検出システムで異常輪の選択演算を行い (104、106)、間接式検出システムによる異常輪の選択演算に基づいて、異常輪の表示を行う (108、110)。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数車輪のタイヤ空気圧を検出する検出手段と、

前記複数車輪の回転状態に基づいて前記複数車輪の各々のタイヤ空気圧を推定する推定手段と、

を備え、

前記検出手段の検出結果から前記車輪のタイヤ空気圧の異常を検出すると共に、該異常を検出したときに、前記推定手段の推定結果に基づいてタイヤ空気圧が異常の車輪位置を特定することを特徴とするタイヤ空気圧の異常輪判定装置。

【請求項 2】 前記推定手段は、前記タイヤ空気圧の変化量に基づいてタイヤ空気圧を推定することを特徴とする請求項 1 に記載のタイヤ空気圧の異常輪判定装置。

【請求項 3】 前記推定手段は、各車輪の回転速度を検出する車輪回転速度検出手段を有し、該車輪回転速度検出手段による検出結果に基づいてタイヤ空気圧を推定することを特徴とする請求項 1 に記載のタイヤ空気圧の異常輪判定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、タイヤ空気圧の異常輪判定装置にかかり、特に、パンクなどによりタイヤ空気圧が低下した場合などのタイヤ空気圧の異常を検出すると共に、タイヤ空気圧の異常輪を判定するタイヤ空気圧の異常輪判定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車などの移動体に設けられた空気入りタイヤにおけるタイヤ空気圧を検出して異常を運転者に知らせるタイヤ空気圧の異常輪判定装置としては、従来より直接式のタイヤ空気圧の異常輪判定装置と、間接式のタイヤ空気圧の異常輪判定装置とが提案されている。例えば、直接式のタイヤ空気圧の異常輪判定装置としては、特開平 11-348516 号公報に記載の技術などがある。特開平 11-348516 号公報に記載の技術では、タイヤ空気圧センサをタイヤバルブのインサート部に設け、タイヤ空気圧を検出し、検出結果を電波で送信して空気圧の低下を乗員に警報する構成とされている。

【0003】この直接式のタイヤ空気圧の異常輪判定装置では、車両を区別するために（同じ車両が並んだ時に、隣の車両の情報で警報しないように）、車両毎にナンバーを設定している。このナンバーには、車輪を区別するためのナンバーも設定されており、工場出荷時には、例えば、No. 1 が前輪右、No. 2 が前輪左、No. 3 が後輪右、No. 4 が後輪左と定めることで、ナンバーと車輪位置を規定できる。

【0004】一方、間接式のタイヤ空気圧の異常輪判定装置としては、例えば、特開平 7-89304 号公報や特開平 9-286213 号公報に記載の技術などがあ

る。特開平 7-89304 号公報に記載の技術では、車輪に対する外乱等によって、タイヤ空気圧の変動を推定することで、何れかの車輪のタイヤ空気圧が異常であることを判定している。また、特開平 9-286213 号公報に記載の技術では、車輪速パルスを各輪毎にカウントして所定値との偏差を求め、各輪の偏差を用いて前輪の左右差と後輪の左右差との偏差を動荷重半径比（対角線上にある一対の車輪の回転角速度の和と、他の対角線上にある車輪の回転角速度の和との比）の近似値として求めて、動荷重半径比の近似値が所定範囲外であるとき、何れかの車輪のタイヤ空気圧が異常であると判定している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、直接式のタイヤ空気圧の異常輪判定装置による判定では、市場でタイヤローテーションやタイヤ交換等が行われると、ナンバーと車輪位置の相関が不明になり、正確にタイヤ空気圧の異常輪の位置を判定することができないことがある。

【0006】これは電波強度を検出してその強度により車輪位置を判定することで解決するが、電波は微弱であるので、ノイズに弱い。また、各車輪毎にアンテナを設けて検出することで確実性が向上するが、コスト低減のためにアンテナ数を 1 本又は 2 本に削減した場合には、各車輪の受信性能を確保するために各車輪からの電波が同レベル強度で受信できるようにアンテナを搭載するので、タイヤ空気圧の異常位置を電波強度で特定できなくなる。

【0007】また、従来の間接式のタイヤ空気圧の異常輪判定装置では、タイヤ空気圧異常輪を推定により検出しているので、直接式に比べると正確性に欠けることがあった。

【0008】本発明は、上記事実を鑑みて成されたもので、タイヤ空気圧の異常輪を正確に検出することができ、タイヤ空気圧の異常輪判定装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項 1 に記載の発明は、複数車輪のタイヤ空気圧を検出する検出手段と、前記複数車輪の回転状態に基づいて前記複数車輪の各々のタイヤ空気圧を推定する推定手段と、を備え、前記検出手段の検出結果から前記車輪のタイヤ空気圧の異常を検出すると共に、該異常を検出したときに、前記推定手段の推定結果に基づいてタイヤ空気圧が異常の車輪位置を特定することを特徴としている。

【0010】請求項 1 に記載の発明によれば、検出手段では、複数車輪のタイヤ空気圧を検出する。例えば、それぞれの車輪に設けられたタイヤの空気封入口であるタイヤバルブに圧力センサ等を設けて、圧力センサによる

検出値をタイヤ空気圧情報として電波で送信することによって、複数車輪のタイヤ空気圧を検出することが可能である。

【0011】また、推定手段では、複数車輪の回転状態に基づいて、複数車輪の各々のタイヤ空気圧を推定する。例えば、複数車輪の回転状態として、それぞれの車輪の回転速度等を検出し、該回転速度の変動から各々のタイヤ空気圧を推定することが可能である。

【0012】そして、検出手段の検出結果からタイヤ空気圧の異常が検出されると共に、該異常が検出されたときに、推定手段の推定結果からタイヤ空気圧が異常の車輪位置を特定する。タイヤ空気圧の異常は、例えば、検出手段の検出結果と予め定められた基準値との差が所定値以上である場合に検出することが可能である。

【0013】すなわち、検出手段で検出された検出結果から何れかの車輪のタイヤ空気圧が異常であることを検出し、推定手段により、タイヤ空気圧を推定した上で、異常輪が特定されるので、例えば、検出手段として上述の例のようにタイヤ空気圧情報を電波で送信する場合には、検出手段では各車輪のタイヤ空気圧の異常のみを検出すればよい。従って、上述の例のような検出手段を用いた場合には、電波で送信されたタイヤ空気圧情報を受信するアンテナ等の受信手段は各車輪毎に設けなくても、タイヤ空気圧を検出することが可能となる。すなわち、アンテナ等の受信手段の数を削減することが可能となり、コスト低減を図ることができる。

【0014】また、上述のように、検出手段で検出された検出結果から何れかの車輪のタイヤ空気圧が異常であることを検出し、推定手段により、タイヤ空気圧を推定した上で、異常輪が特定されるので、タイヤ空気圧の推定だけでタイヤ空気圧が異常であると判定する従来技術に比べて正確にタイヤ空気圧の異常を検出することができる。

【0015】従って、検出手段で検出された検出結果から何れかの車輪のタイヤ空気圧が異常であることを検出し、推定手段により、タイヤ空気圧を推定した上で、異常輪が特定されるので、タイヤ空気圧の異常輪を正確に検出することができる。

【0016】なお、推定手段としては、請求項2に記載の発明のように、タイヤ空気圧の変化量に基づいて、タイヤ空気圧を推定して異常輪を特定するものを用いることが可能であり、例えば、ABS（アンチロックブレーキシステム）等で用いられる車速センサ等より得られる周期的な信号に基づいて、車輪の回転によって発生する共振周波数やタイヤのばね定数の変化量からタイヤ空気圧の変化量を算出し、これに基づいて、タイヤ空気圧を推定する技術を用いることが可能である。

【0017】また、推定手段としては、請求項3に記載の発明のように、各車輪の回転速度を検出する車輪回転速度検出手段を有し、該車輪回転速度検出手段による検

出結果に基づいてタイヤ空気圧を推定して異常輪を特定するものを用いることが可能であり、例えば、上記ABS等で用いられる車速センサ等より得られる信号に基づいて実際の車輪の回転半径（動荷重半径）を求め、該動荷重半径からタイヤ空気圧を推定する技術などを用いることが可能である。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態の一例を詳細に説明する。

10 【0019】図1は、本発明の実施の形態に係るタイヤ空気圧の異常輪判定装置の概略を示す図であり、図2は、タイヤ空気圧の異常輪判定装置の階層構成を示すブロック図である。

【0020】本実施の形態に係るタイヤ空気圧の異常輪判定装置10は、図1に示すように、タイヤ内の圧力、すなわちタイヤ空気圧を検出する圧力センサ12が、タイヤ及びタイヤが組み付けられたホイール等で構成される各車輪14毎に設けられている。圧力センサ12は、
20 にホイールリムに装着されるタイヤバルブ内に設けることが可能である。

【0021】また、圧力センサ12によって検出されたタイヤ空気圧は、圧力センサ12に接続され、ホイールリムに設けられたデータ送信機16によって、車両に設けられたアンテナ18へ向けてタイヤ空気圧情報として電波送信される。アンテナ18は受信器22に接続されており、データ送信機16によって送信されたタイヤ空気圧情報が受信器22で受信されるようになっている。なお、このようにして得られるタイヤ空気圧は、圧力センサ12によって直接検出されるので、圧力センサ12、データ送信機16、アンテナ18及び受信器22で構成されるタイヤ空気圧検出システムを直接式検出システム20（図2参照）という。また、直接式検出システム20は、本発明の検出手段に相当する。また、直接式検出システム20としてはその他の直接式検出システムを用いてもよい。

【0022】本実施の形態に係るタイヤ空気圧の異常輪判定装置10は、上記直接式検出システム20に加えて間接式検出システム30（図2参照）を備えている。間接式検出システム30は、図2に示すように、車輪速を検出する車速センサ24を構成する電磁ピックアップ24Bと、車速センサ24によって得られる車輪速に基づいてタイヤ空気圧の異常を推定するECU26とによって構成されており、上記直接式検出システム20が圧力センサ12により直接タイヤ空気圧を検出するのに対して、車速センサ24により得られる車輪速から間接的にタイヤ空気圧を推定して異常輪を判定する。なお、間接式検出システム30は、本発明の推定手段に相当する。

【0023】また、直接式検出システム20の受信器22で受信したタイヤ空気圧情報は、図2に示すように、

ECU 26の入出力ポート 28 に入力されるように、受信器 22 が入出力ポート 28 に接続されている。

【0024】間接式検出システム 30 の車速センサ 24 は、例えば、ABS（アンチロックブレーキシステム）等で用いられるものが使用可能であり、図 1 に示すように、ハブやブレーキローター等のタイヤの回転に伴って回転する部品に設けられ、多数の歯を備えたロータ 24 A と、該ロータ 24 A の歯を検出する電磁ピックアップ 24 B によって構成されている。すなわち、電磁ピックアップ 24 B は、ロータ 24 A の歯の通過に応じて周期的に変化する電圧を発生し、発生した電圧を ECU 26 に入力する。なお、車速センサ 24 は、本発明の車輪回転速度検出手段に相当する。

【0025】ECU 26 は、図 2 に示すように、CPU 32、ROM 34、及び RAM 36 等の周辺装置を含んで構成されており、CPU 32、ROM 34、及び RAM 36 は、それぞれ双方向性のバス 38 を介して接続され、バス 38 は上記受信器 22 及び車速センサ 24 が接続された入出力ポート 28 に接続されており、車速センサ 24 及び受信器 22 より得られる情報が入出力ポート 28 及びバス 38 を介して CPU 32 に入力されるように構成されている。

【0026】また、入出力ポート 28 には、表示部 40 が接続されており、タイヤ空気圧の異常輪判定装置 10 で判定された結果、すなわちタイヤ空気圧が異常である場合やタイヤ空気圧の異常判定装置のシステム異常などを報知するようになっている。なお、表示部 40 は、メータパネル等の視認しやすい場所に設けられている。

【0027】本実施の形態に利用した間接式検出システム 30 としては、上記車速センサ 24 より得られる車輪速に基づいて、タイヤ空気圧が低下すると、タイヤ径が小さくなりタイヤ回転数が増加する動荷重半径を用いることによって、異常輪を特定する方式（以下、動荷重方式という）と、上記車速センサ 24 より得られる車輪速に基づいて、共振周波数やバネ定数を推定することによって、タイヤ空気圧の異常輪を特定する方式（以下、共

$$S = n \cdot Q \cdot k = (P_{fr} - P_{fl}) - (P_{rr} - P_{rl}) \\ = (\Delta f_r - \Delta f_l) - (\Delta r_r - \Delta r_l)$$

4 輪それぞれのタイヤ空気圧が正常で各輪のタイヤ半径が略同一であれば、

$$\Delta f_r - \Delta f_l \approx 0$$

$$\Delta r_r - \Delta r_l \approx 0$$

となり、 $S \approx 0$ となる。また、例えば前輪の左右何れかがパンクして、そのタイヤ半径が小さくなれば、

$$\Delta f_r - \Delta f_l = a$$

$$\Delta r_r - \Delta r_l \approx 0$$

となり、 $S \approx a$ ($\neq 0$) となる。また 4 輪が全て正常圧ならば、 Δf_r 、 Δf_l 、 Δr_r 、 Δr_l それぞれは零近傍の値となる。これを用いることによって、タイヤ空気圧の異常輪を推定することができる。

振検出方式という）がある。なお、本実施の形態では、間接式検出システム 30 としては、動荷重方式、共振検出方式の何れの方式を用いてもよいし、この他の方式による間接式検出システムを用いてもよい。

【0028】動荷重方式は、車速センサ 24 より得られる車輪速に基づいて、最大回転数となる車輪 14 を検出することによって、異常輪を特定する方式と、車速センサ 24 より得られる信号に基づいて 4 輪それぞれの回転角速度 FR（前輪右）、FL（前輪左）、RR（後輪右）、RL（後輪左）を求め、対角線上にある一対の車輪 14 の回転角速度の和 $FR + RL$ と、他の対角線上の一対の車輪 14 の回転角速度の和 $FL + RR$ との比（動荷重半径比） $dF = (FR + RL) / (FL + RR)$ 、又は動荷重半径比の近似値 $\beta = FR - FL - RR + RL$ に基づいて、タイヤ空気圧の異常を判定する方式とを用いることが可能である。例えば、 β の符号判定を行い、正の場合には、前輪右又は後輪左が異常、負の場合には、前輪左又は後輪右が異常と判定して、2 輪の大小比較を行うことによって、異常輪を特定することができる。

【0029】なお、動荷重方式の他の例としては、例えば、特開平 9-286213 号公報に記載の技術を用いることが可能である。すなわち、入出力ポート 28 に各車輪 14 に設けられた車速センサ 24 それぞれで検出された車速パルスが入力され、4 輪それぞれの車速パルスのカウント値を P_{fr} 、 P_{fl} 、 P_{rr} 、 P_{rl} とする。ここで所定値 Q を用いると次式が成立する。

$$【0030】P_{fr} = n \cdot Q + \Delta f_r$$

$$P_{fl} = n \cdot Q + \Delta f_l$$

$$P_{rr} = n \cdot Q + \Delta r_r$$

$$P_{rl} = n \cdot Q + \Delta r_l$$

ここで、前輪の左右差と、後輪の左右差との偏差 S は動荷重半径比 k と等価、つまり近似値であり次式で表される。

$$【0031】$$

【0032】共振検出方式は、車速センサ 24 より得られる周期的に変化する電圧から共振周波数を求め、該共振周波数の変動からタイヤ空気圧の変動を検出するものである。すなわち、正常なタイヤ空気圧の場合を図 3 に示す実線であるとする、タイヤ空気圧が減少すると、タイヤの硬度が変化してバネ定数が変化することにより、共振点が図 3 に示す点線のようにずれる。従って、この原理を用いることによって、タイヤ空気圧の変化量を推定することができ、異常輪を検出することができる。この時、空気圧に対する共振周波数は、タイヤの種類によって、図 4 に示すように異なるので（図 4 では実線、点線、一点鎖線の 3 種類のタイヤを示す）、予め補

正を行って対応する必要がある。

【0033】共振検出方式では、1輪のタイヤ空気圧が低下している時の判定は、例えば、タイヤ空気圧の変化量の推定値を前輪右FR、前輪左FL、後輪右RR、後輪左RLとし、推定値が大きい（タイヤ空気圧の変動量が大きい）車輪14を判定すると共に、前後輪それぞれの左右輪で推定値の比較する。すなわち、

$SF = FR \text{ 推定値} - FL \text{ 推定値}$ 、 $SR = RR \text{ 推定値} - RL \text{ 推定値}$

を算出して、SFまたはSRの符号からタイヤ空気圧の低下輪を判定する。例えば、前輪FRのタイヤ空気圧が低下した場合を、 $SF < 0$ および $|SF| > |SR|$ を満たすことにより判定する。

【0034】または、各車輪の推定値ばらつきを吸収するために、初期値（初期値学習値）を予め記憶しておき、該初期値学習値からの変化量から判定する。すなわち、

$\Delta FR = FR \text{ 初期値学習値} - FR \text{ 推定値}$

$\Delta FL = FL \text{ 初期値学習値} - FL \text{ 推定値}$

$\Delta RR = RR \text{ 初期値学習値} - RR \text{ 推定値}$

$\Delta RL = RL \text{ 初期値学習値} - RL \text{ 推定値}$

をそれぞれ算出して、初期値学習値からの変化量の最も大きい車輪14をタイヤ空気圧の低下輪と判定してもよいし、前後輪で変化感度（タイヤ空気圧低下によるばね定数（共振周波数）変化量）が異なる場合を考慮して、上述のように、 $\Delta SF = \Delta FR - \Delta FL$ 、 $\Delta SR = \Delta RR - \Delta RL$ を算出し、前後輪判定した後で、左右差判定するようにしてもよい。

【0035】また、2輪のタイヤ空気圧が低下している時の判定は、以下の演算を行って、タイヤ空気圧が2輪低下していることを判定する。

【0036】

$|\Delta SF| > JF$ （なお、JFは判定しきい値）

$|\Delta SR| > JR$ （なお、JRは判定しきい値）

$(||\Delta SF| - |\Delta SR||) < JFR$ （なお、JFRは判定しきい値）

すなわち、上記3つの条件が成立時には、前後輪それぞれでタイヤ空気圧が低下している。従って、前後輪で左右差を比較して、低い方の車輪14がタイヤ空気圧が低

$$\begin{bmatrix} X_R'' \\ X_B'' \\ X_{RB}' \\ W_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -D_w/m_R & D_w/m_R \\ D_w/m_B & -D_w/m_B \\ 1 & -1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_R' \\ X_B' \\ X_{RB} \\ W_2 \end{bmatrix} \quad \dots (1) \text{ 式}$$

【0041】（1）式においてリム部の等価直線変位速度 X_R' のみが検出可能である。（1）式の行列を次のように分解して定義することによって外乱を推定することができる。

【0042】

下していると判定する。なお、前後輪共に、左右差が判定しきい値以上異なっている場合には、前後輪共に低下輪がある前後差の比較はなくてもよい。

【0037】また、左右差が前後輪共にしきい値以下の場合、すなわち、

$|\Delta SF| < JF$

$|\Delta SR| < JR$

の2つの条件が成立した場合には、前輪2輪、または、後輪2輪が低下している場合があるので、前後輪いずれかを判定する。すなわち、 $\Delta FR - \Delta RR$ 、 $\Delta RL - \Delta RL$ の符号を比較し、正である場合には後輪2輪が低下、負である場合には前輪2輪が低下していると判定する。

【0038】このような共振検出方式としては、例えば、特開平7-89304号公報に記載の技術を用いることが可能である。この共振検出方式を機能的に説明する。図5に示すように、本方式を用いたシステムでは、車輪14のリム部等の等価直線変位速度 X_R' を検出する変位速度検出装置42が設けられ、コンピュータ44に接続されている。変位速度検出装置42は、上記車速センサ24より得られる車輪速（角速度） ω_R を検出してリム部等の等価直線変位速度 X_R' を演算する。コンピュータ44は、CPU、ROM、及びRAMを含む周辺装置によって構成され、車輪14に対する外乱 W_2 を推定することによって、タイヤ空気圧の変化を検出する。このコンピュータ44は、ハードウェア資源及びソフトウェア資源を用いて、図5に示すように、外乱オブザーバ46、定数変化量演算部48、定数補正部50及び判定部52の各機能ブロックとして機能するように構成される。なお、変位速度検出装置42及びコンピュータ44は、本実施の形態に係るタイヤ空気圧の異常検出装置のECU26（図2参照）を代用することが可能である。

【0039】外乱 W_2 の推定は、推定すべき外乱 W_2 のダイナミクスを $W_2' = 0$ と近似すると、線形システムの拡張系が（1）式で記述される。

【0040】

【数1】

【数2】

$$\begin{aligned}
 [X_a] &= X_R' \\
 [X_b] &= [X_B' \quad X_{RB} \quad W_2]^T \\
 [u] &= 0 \\
 [A_{11}] &= -D_w/m_R \\
 [A_{12}] &= [D_w/m_R \quad -K_w/m_R \quad 0] \\
 [A_{21}] &= [D_w/m_B \quad 1 \quad 0]^T \\
 [A_{22}] &= \begin{bmatrix} -D_w/m_B & K_w/m_B & 1 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\
 [B_1] &= 0 \\
 [B_2] &= [0 \quad 0 \quad 0]^T
 \end{aligned}$$

【0043】外乱の推定は、少なくとも変位速度検出装置 42 から入力されたリム等の等価直線変位速度 X_R' を
 $S(\Delta K_w, \Delta D_w) =$

$$\sum_{i=1}^N \left(\frac{\Delta D_w(i)}{m_B} (X_R'(i) - X_B'(i)) + \frac{\Delta K_w(i)}{m_B} X_{RB}(i) + \frac{F_d}{m_B} - W_2 \right)^2 \quad \dots (2) \text{ 式}$$

【0046】具体的には、変化量 ΔK_w 及び ΔD_w を
 (3) 式を用いて演算する。

$$\begin{bmatrix} \frac{\Delta K_w}{m_B} \\ \frac{\Delta D_w}{m_B} \end{bmatrix} = \left\{ \sum_{i=1}^N \begin{bmatrix} R_1(i) \\ R_2(i) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_1(i) & R_2(i) \end{bmatrix} \right\}^{-1} \times \left\{ \sum_{i=1}^N \begin{bmatrix} R_1(i) \\ R_2(i) \end{bmatrix} W_2(i) \right\} \quad \dots (3) \text{ 式}$$

ただし、

$$\begin{aligned}
 R_1(i) &= X_{RB}(i) \\
 R_2(i) &= X_R'(i) - X_B'(i)
 \end{aligned}$$

【0048】取得された変化量 ΔK_w 及び ΔD_w は定数補正部 50 に供給され、それらに応じてバネ定数 K_w 及び減衰係数 D_w が補正される。補正されたバネ定数 K_w 及び減衰係数 D_w は判定部 52 に供給される。この判定部 52 においては、バネ定数 K_w 及び減衰係数 D_w の現在の正規値からの偏差が演算され、それが絶対的な変化量 ΔK_w 及び ΔD_w とされる。続いて、それら変化量 ΔK_w 及び ΔD_w に基づき、予め ROM 34 等の記憶媒体に記憶されたこれら変化量 ΔK_w 及び ΔD_w とタイヤ空気圧との関係に基づいてタイヤ空気圧の変化量を推定することができる。

【0049】上述のように構成されたタイヤ空気圧の異常輪判定装置 10 で行われるタイヤ空気圧の異常輪判定処理について、図 6 のフローチャートを参照して説明する。

【0050】タイヤ空気圧の異常輪判定処理では、まずステップ 100 で、直接式検出システム 20 及び間接式

に基づき、車輪 14 回転に関する線形システムにおける状態としてタイヤのベルト側部の等価直線変位速度 X_B' と相対等価直線変位 X_{RB} とをそれぞれ推定することに加えて、その線形システムにおける外乱 W_2 も推定する。推定された外乱 W_2 は、定数変化量演算部 48 に供給され、変化量 ΔK_w 及び ΔD_w がそれぞれ演算される。

$$[0 \ 0 \ 4] W_2 = (\Delta D_w/m_B) (X_R' - X_B') + (\Delta K_w/m_B) X_{RB} + F_d/m_B + n$$

であり、この式を用いて最小二乗法によりバネ定数 K_w の変化量 ΔK_w と減衰係数 D_w の変化量 ΔD_w とがそれぞれ取得される。最小二乗の和が (2) 式で表され、それが最小になるように、すなわち、最小二乗和 S を変化量 ΔK_w で偏微分した場合の値と変化量 ΔD_w で偏微分した場合の値とがそれぞれ 0 となるように変化量 ΔK_w 及び ΔD_w をそれぞれ取得する。

【0045】

【数 3】

【0047】

【数 4】

検出システム 30 が正常であるか否かが判定される。該判定は、例えば、直接式検出システム 20 の場合では、受信器 22 との通電があるか否かや圧力センサ 12 からのタイヤ空気圧情報の受信があるか否か等が ECU 26 によって判定されることによって行われ、間接式検出システム 30 の場合では、車速センサ 24 から信号が入力されているか否か等によって ECU 26 で判定される。該判定が肯定された場合には、ステップ 102 へ移行して、直接式検出システム 20 及び間接式検出システム 30 各々によるタイヤ空気圧判定が行われる。すなわち、直接式検出システム 20 の圧力センサ 12 によって検出されたタイヤ空気圧情報がデータ送信機 16 でアンテナに向けて送信され、受信機 22 によって受信し、ECU 26 内に入力される。これによって、ECU 26 にタイヤ空気圧情報が取り込まれ、タイヤ空気圧の異常が直接式検出システム 20 から得られるタイヤ空気圧情報に基づいて ECU 26 によって判定される。例えば、ECU

26では、予め設定された基準値と圧力センサ12より得られるタイヤ空気圧情報との差が予め設定された所定値より大きいかな否かによって、タイヤ空気圧の異常が判定される。また、間接式検出システム30では、車速センサ24の電磁ピックアップ24Bによって得られる信号に基づいて上述したように動荷重方式や共振検出方式等を用いることによってタイヤ空気圧の異常が判定される。

【0051】ステップ104では、直接式検出システム20によるタイヤ空気圧異常検出が行われた結果、タイヤ空気圧の異常が検出されたか否か判定される。すなわち、圧力センサ12によって検出され、データ送信機16によって送信されて受信器22で受信されたタイヤ空気圧情報に基づいて、タイヤ空気圧が異常であるか否かの判定がECU26によって行われる。該判定が肯定された場合には、ステップ106へ移行して、間接式検出システム30で異常輪の選択演算が行われる。すなわち、間接式検出システム30の車速センサ24より得られる車輪速に基づいて、ECU26では動荷重半径比やその近似値、又は共振周波数やばね定数が推定され、該推定に基づいてタイヤ空気圧の異常輪が推定される。

【0052】続いて、ステップ108では、間接式検出システム30により異常輪が検出されたか否か判定される。該判定が否定された場合には、ステップ106に戻って、再び間接式検出システム30による異常輪の選択演算が行われる。ステップ108の判定が肯定された場合には、ステップ110へ移行して、異常輪の表示がなされる。すなわち、ECU26で推定された異常輪に応じて、タイヤ空気圧が異常であることを表す信号がバス38及び入出力ポート28を介して表示部40に出力されることによって、表示部40にタイヤ空気圧が異常であることを表す表示がなされ、タイヤ空気圧の異常判定処理を終了する。なお、この時表示部40に表示される表示は、間接式検出システム30による異常輪選択演算で算出された異常輪の位置が視認できるような表示がなされる。例えば、車輪14を表すマークによる表示や文字表示等によって表示することが可能である。

【0053】このように、直接式検出システム20より得られるタイヤ空気圧情報に基づいてタイヤ空気圧の異常を検出してから、間接式検出システム30によってタイヤ空気圧の異常輪の選択を行うことによって、直接式又は間接式検出システム30の何れかのみのタイヤ空気圧の異常輪判定装置10よりも正確にタイヤ空気圧の異常を検出することができる。また、直接式検出システム20では、タイヤ空気圧を検出して、ECU26によってタイヤ空気圧の異常が検出されたか否かのみを判定すればよいので、タイヤ空気圧の異常輪の位置まで判定する必要がない。従って、圧力センサ12によって検出された検出値を、データ送信機16によってアンテナ18にタイヤ空気圧情報として電波送信する際には、受信さ

れたタイヤ空気圧情報が何れの車輪14のものであるかを判別する必要がないので、各車輪14に設けられた圧力センサ12により得られるタイヤ空気圧情報を1本のアンテナ又は2本のアンテナで受信することができ、各車輪毎にアンテナ18を設ける必要がなく、アンテナ18の設置数を削減することができ、タイヤ空気圧の異常輪検出装置のコストを削減することができる。

【0054】一方、ステップ104の判定が否定された場合には、ステップ112へ移行して、間接式検出システム30でタイヤ空気圧の異常が検出されたか否か判定される。該判定が否定された場合には、再びステップ102に戻り、再び直接式検出システム20及び間接式検出システム30によるタイヤ空気圧の判定が行われる。

【0055】また、ステップ112の判定が肯定された場合、すなわち、直接式検出システム20でタイヤ空気圧の異常が検出されずに、間接式検出システム30でのみタイヤ空気圧の異常が検出された場合には、ステップ114へ移行する。ステップ114では、直接式検出システム20でタイヤ空気圧の異常が検出されず、間接式検出システム30でのみタイヤ空気圧の異常が検出されたので、間接式検出システム30で行われるタイヤ空気圧の推定が間違っている。従って、間接式検出システム30の誤報であると判断し、直接式検出システム20でのみでタイヤ空気圧の異常判定を行って、タイヤ空気圧の異常判定処理を終了する。

【0056】また、ステップ100の判定が否定された場合、すなわち、直接式検出システム20又は間接式検出システム30の何れかが異常（例えば、故障等）であると判定された場合には、ステップ116へ移行して、直接式検出システム20が正常であるかECU26によって判定される。該判定は、上記ステップ100の判定に基づいて行われる。すなわち、受信器22との通電があるか否かや圧力センサ12からのタイヤ空気圧情報の受信があるか否か等がECU26によって判定されることによって行われる。

【0057】ステップ116の判定が肯定された場合には、ステップ118へ移行して、直接式検出システム20でのみタイヤ空気圧の異常輪判定を行うと共に、間接式検出システム30が異常（例えば、故障等）であることを表す信号がECU26よりバス38及び入出力ポート28を介して表示部40に出力される。これによって、表示部40に間接式システムが異常であることが表示され、運転者に間接式検出システム30の異常を報知することができる。

【0058】また、ステップ116の判定が否定された場合には、ステップ120へ移行して、間接式システムでのみタイヤ空気圧の異常輪判定を行うとともに、直接式検出システム20が異常（例えば、故障等）であることを表す信号がECU26よりバス38及び入出力ポート28を介して表示部40に出力される。これによ

て、表示部 40 に直接式検出システム 20 が異常であることが表示され、運転者に直接式検出システム 20 の異常を報知することができる。

【0059】このように、直接式検出システム 20 又は間接式検出システム 30 の何れかが故障等の異常が発生した場合には、異常でない方の検出システムでのみタイヤ空気圧の異常検出を行うことができるので、何れかが故障してもタイヤ空気圧の異常を正確に検出することができる。

【0060】なお、上記の実施の形態では、直接式検出システム 20 及び間接式検出システム 30 それぞれにおけるタイヤ空気圧の異常検出を 1 つの ECU 26 で行うようにしたが、それぞれのシステムで別々の ECU を用いるようにしてもよい。

【0061】また、上記の実施の形態では、タイヤ空気圧を検出する圧力センサによってタイヤ空気圧の異常を検出するようにしたが、温度センサを設けてタイヤ内の温度又はタイヤ表面温度からタイヤ空気圧の異常やタイヤの異常を検出するようにしてもよい。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、検出手段により複数車輪のタイヤ空気圧を検出し、推定手段により複数車輪の回転状態に基づいて複数車輪の各々のタイヤ空気圧を推定し、検出手段の検出結果からタイヤ空気圧の異常を検出すると共に、該異常を検出したときに、推定手段の推定結果からタイヤ空気圧が異常の車

輪位置を特定するので、タイヤ空気圧の異常輪を正確に検出することができる、という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態に係るタイヤ空気圧の異常輪判定装置の概略を示す図である。

【図 2】本発明の実施の形態に係るタイヤ空気圧の異常輪判定装置の階層構成を示すブロック図である。

【図 3】タイヤ空気圧を推定する際の共振周波数とタイヤ硬度の関係の説明するための図である。

【図 4】タイヤの種類によって異なるタイヤ空気圧と共振周波数の関係の概略を示す図である。

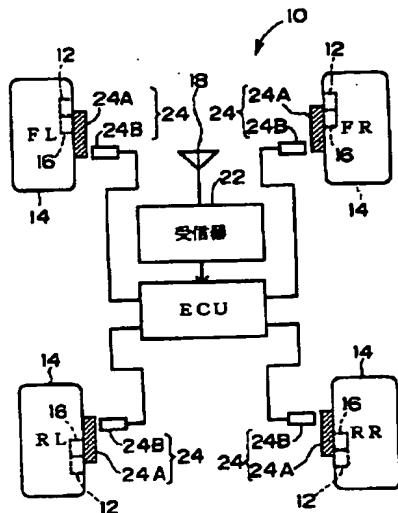
【図 5】間接式検出システムの一例である共振検出方式の概略を示す機能ブロック図である。

【図 6】本発明の実施の形態に係るタイヤ空気圧の異常輪判定装置で行われるタイヤ空気圧の異常輪判定処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

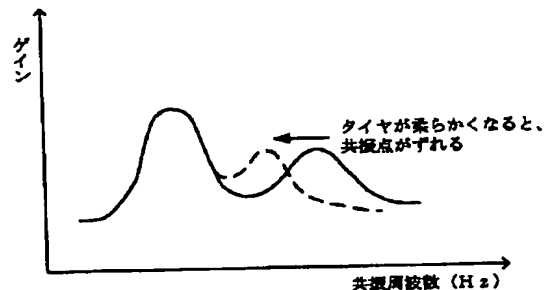
- | | |
|----|----------------|
| 10 | タイヤ空気圧の異常輪判定装置 |
| 12 | 圧力センサ |
| 16 | データ送信機 |
| 18 | アンテナ |
| 20 | 直接式検出システム |
| 22 | 受信器 |
| 24 | 車速センサ |
| 26 | ECU |
| 30 | 間接式検出システム |

【図 1】

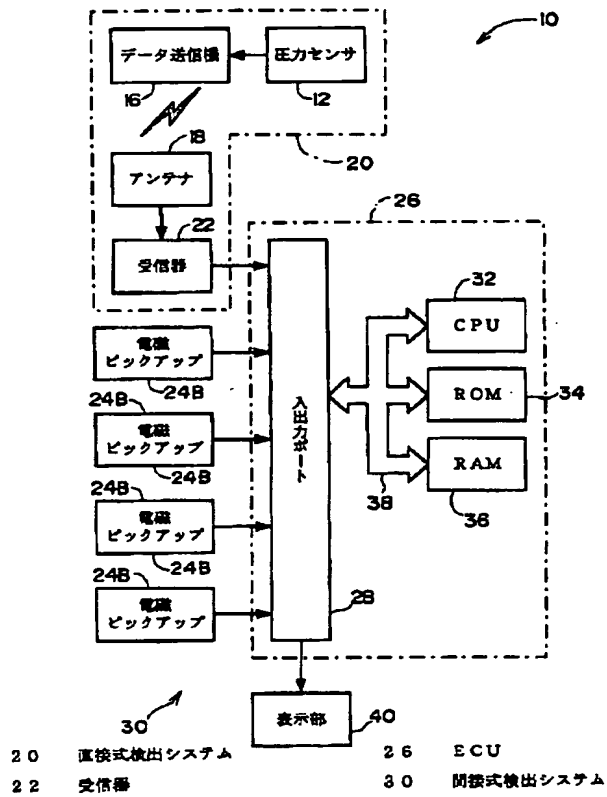


- | | |
|----|----------------|
| 10 | タイヤ空気圧の異常輪判定装置 |
| 12 | 圧力センサ |
| 16 | データ送信機 |
| 18 | アンテナ |
| 24 | 車速センサ |

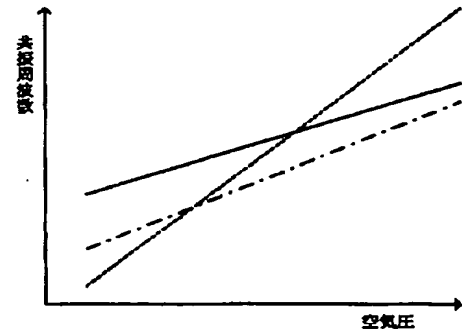
【図 3】



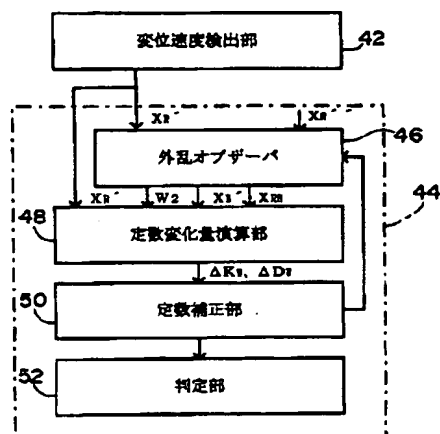
【図2】



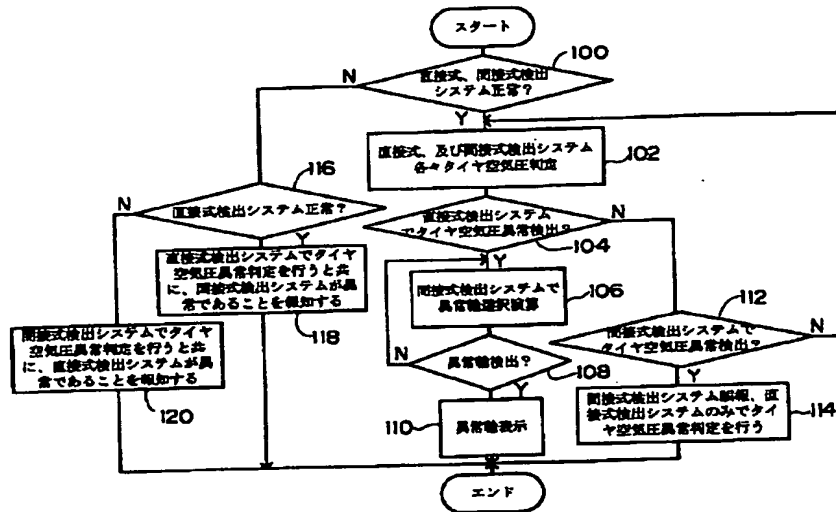
【図4】



【図5】



【図6】



(11)Publication number : 2002-205517
(43)Date of publication of application : 23.07.2002

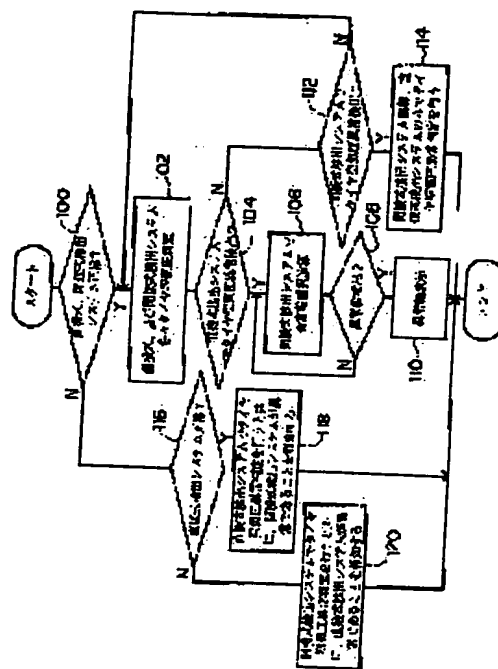
B60C 23/04
B60C 23/06
G01L 9/00
G01L 17/00

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP
(72)Inventor : OHASHI HIDEKI
TAKAMURA YOSHINORI

(72)Inventor : OHASHI HIDEKI
TAKAMURA YOSHINORI

(57)Abstract:

SOLUTION: This device comprises a directly detecting system that detects a tire air pressure with a pressure sensor and transmits by radio the detection result as tire air pressure information, and an indirectly detecting system that estimates the tire air pressure based on wheel speed provided by a speed sensor for detecting wheel speed. For detecting an abnormal wheel of tire air pressure, each of the directly detecting system and the indirectly detecting system determines the tire air pressure (102), the indirectly detecting system selects and calculates the abnormal wheel when abnormality of the tire air pressure is determined by an ECU based on the tire air pressure information provided by the directly detecting system (104 and 106), and the abnormal wheel is displayed based on the selection and calculation of the abnormal wheel by the indirectly detecting system (108 and 110).



[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

27.03.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

3659169

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of request]

25.03.2005

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The abnormality ring judging equipment of the tire pressure characterized by for a tire pressure to pinpoint the wheel location of abnormalities based on the presumed result of said presumed means when these abnormalities detect, while have a detection means detect the tire pressure of two or more wheels, and a presumed means presume each tire pressure of said two or more wheels based on the rotation condition of said two or more wheels and detecting the abnormalities of the tire pressure of said wheel from the detection result of said detection means.

[Claim 2] Said presumed means is abnormality ring judging equipment of the tire pressure according to claim 1 characterized by presuming a tire pressure based on the variation of said tire pressure.

[Claim 3] Said presumed means is abnormality ring judging equipment of the tire pressure according to claim 1 characterized by having a wheel rotational-speed detection means to detect the rotational speed of each wheel, and presuming a tire pressure based on the detection result by this wheel rotational-speed detection means.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention starts the abnormality ring judging equipment of a tire pressure, and it relates to the abnormality ring judging equipment of the tire pressure which judges the abnormality ring of a tire pressure while it detects the abnormalities of tire pressures when a tire pressure falls by blowout etc. especially.

[Description of the Prior Art] As abnormality ring judging equipment of the tire pressure which detects the tire pressure in the pneumatic tire prepared in mobiles, such as an automobile, and tells an operator about abnormalities, the abnormality ring judging equipment of the tire pressure of a direct type and the abnormality ring judging equipment of the tire pressure of an indirect type are proposed conventionally. For example, as abnormality ring judging equipment of the tire pressure of a direct type, the technique of a publication etc. is in JP,11-348516,A. With the technique given in JP,11-348516,A, a tire-pressure sensor is formed in the insertion section of a tire valve, a tire pressure is detected, and it considers as the configuration which transmits a detection result through radio and carries out the alarm of the fall of pneumatic pressure to crew.

[0003] With the abnormality ring judging equipment of the tire pressure of this direct type, in order to distinguish a car, the number is set up for every (when the same car is located in a line, an alarm is not carried out for the information on the next car), and car. The number for distinguishing a wheel is also set to this number, and No.1 can specify a number and a wheel location by the front-wheel left and No.3 determining it as the rear wheel right, and No.4 determining [the front-wheel right and No.2] it as the rear wheel left at the time of factory shipments.

[0004] On the other hand, as abnormality ring judging equipment of the tire pressure of an indirect type, the technique of a publication etc. is in JP,7-89304,A or JP,9-286213,A, for example. With the technique of a publication, it has judged that the tire pressure of which wheel is unusual by presuming fluctuation of a tire pressure according to the disturbance over a wheel etc. to JP,7-89304,A. moreover, with the technique of a publication, to JP,9-286213,A A wheel speed pulse is counted for every ring, it asks for deflection with a predetermined value, the deflection of each ring is used, and it is a dynamic load radius ratio (with the sum of the angular rate of rotation of the wheel of the pair on the diagonal line) about the deflection of the laterality of a front wheel, and the laterality of a rear wheel. as the approximate value of a ratio with the sum of the angular rate of rotation of the wheel on other diagonal lines — asking — the approximate value of a dynamic load radius ratio — predetermined — when out of range, it has judged with the tire pressure of which wheel being unusual.

[0005] [Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the judgment by the abnormality ring judging equipment of the tire pressure of a direct type, if tire rotation, tire exchange, etc. are performed in a commercial scene, correlation of a number and a wheel location becomes unknown and the location of the abnormality ring of a tire pressure may be unable to be judged correctly.

[0006] Although this is solved by detecting radio field intensity and judging a wheel location with the reinforcement, since the electric wave is feeble, it is weak in a noise. it becomes impossible moreover, to specify the abnormal position of a tire pressure by radio field intensity, since an antenna is carried so that the electric wave from each wheel can receive by this level reinforcement in order to secure the receiving engine performance of each wheel when the number of antennas is reduced to 1 or 2 for cost reduction although certainty improves by forming and detecting an antenna for every wheel — ** — **

[0007] Moreover, with the abnormality ring judging equipment of the tire pressure of the conventional indirect type, since presumption had detected the abnormality ring in a tire pressure, compared with the direct type, accuracy might be missing.

[0008] This invention was accomplished in view of the above-mentioned fact, and aims at offering the abnormality ring judging equipment of the tire pressure which can detect the abnormality ring of a tire pressure correctly.

[0009] [Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose invention according to claim 1 A detection means to detect the tire pressure of two or more wheels, and a presumed means to presume each tire pressure of said two or more wheels based on the rotation condition of said two or more wheels. While detecting the abnormalities of the tire pressure of said wheel from the detection result of a preparation and said detection means, when these abnormalities are detected, it is characterized by a tire pressure pinpointing the wheel location of abnormalities based on the presumed result of said presumed means.

[0010] According to invention according to claim 1, with a detection means, the tire pressure of two or more wheels is detected. For example, it is possible to detect the tire pressure of two or more wheels by forming a pressure sensor etc. in the tire valve which is air enclosure opening of the tire prepared in each wheel, and transmitting to it through radio by making the detection value by the pressure sensor into tire-pressure information.

[0011] Moreover, with a presumed means, each tire pressure of two or more wheels is presumed based on the rotation condition of two or more wheels. For example, it is possible to detect the rotational speed of each wheel etc. and to presume each tire pressure from fluctuation of this rotational speed as a rotation condition of two or more wheels.

[0012] And while the abnormalities of a tire pressure are detected from the detection result of a detection means, when these abnormalities are detected, a tire pressure pinpoints the wheel location of abnormalities from the presumed result of a presumed

means. The abnormalities of a tire pressure can be detected when a difference with the reference value beforehand determined as the detection result of for example, a detection means is beyond a predetermined value.

[0013] Namely, what is necessary is to detect only the abnormalities of the tire pressure of each wheel with a detection means, in transmitting tire-pressure information through radio like an above-mentioned example as a detection means for example, since an abnormality ring is specified after detecting that the tire pressure of which wheel was unusual from the detection result detected with the detection means and presuming a tire pressure with a presumed means. Therefore, when a detection means like an above-mentioned example is used, even if it does not establish receiving means, such as an antenna which receives the tire-pressure information transmitted through radio, for every wheel, they become possible [detecting a tire pressure]. That is, it becomes possible to reduce the number of receiving means, such as an antenna, and cost reduction can be planned.

[0014] Moreover, after detecting that the tire pressure of which wheel was unusual as mentioned above from the detection result detected with the detection means and presuming a tire pressure with a presumed means, since an abnormality ring is specified, compared with the conventional technique judged as a tire pressure being unusual, the abnormalities of a tire pressure are correctly detectable only by presumption of a tire pressure.

[0015] Therefore, after detecting that the tire pressure of which wheel was unusual from the detection result detected with the detection means and presuming a tire pressure with a presumed means, since an abnormality ring is specified, the abnormality ring of a tire pressure is correctly detectable.

[0016] In addition, as a presumed means, it is based on the variation of a tire pressure like invention according to claim 2. It is possible to use what presumes a tire pressure and specifies an abnormality ring. For example, it is based on the periodic signal acquired from the speed sensor used by ABS (anti-lock brake system) etc. It is possible to compute the variation of a tire pressure from the variation of the resonance frequency generated by rotation of a wheel or the spring constant of a tire, and to use the technique of presuming a tire pressure, based on this.

[0017] Moreover, as a presumed means, it has a wheel rotational-speed detection means to detect the rotational speed of each wheel, like invention according to claim 3. It is possible to use what presumes a tire pressure based on the detection result by this wheel rotational-speed detection means, and specifies an abnormality ring. For example, it is possible to use the technique of searching for the radius of gyration (dynamic load radius) of an actual wheel based on the signal acquired from the speed sensor used by Above ABS etc., and presuming a tire pressure from this dynamic load radius etc.

[0018] [Embodiment of the Invention] Hereafter, an example of the gestalt of operation of this invention is explained to a detail with reference to a drawing.

[0019] Drawing 1 is drawing showing the outline of the abnormality ring judging equipment of the tire pressure concerning the gestalt of operation of this invention, and drawing 2 is the block diagram showing the **** configuration of the abnormality ring judging equipment of a tire pressure.

[0020] The abnormality ring judging equipment 10 of the tire pressure concerning the gestalt of this operation is formed each [the pressure sensor 12 which detects the pressure in a tire, i.e., a tire pressure, consists of wheels to which the tire and the tire were attached] wheel 14 of every, as shown in drawing 1 . A pressure sensor 12 can be prepared in the tire valve with which a wheel rim is equipped like a technique given [for example,] in JP,11-348516,A.

[0021] Moreover, it connects with a pressure sensor 12 and electric-wave transmission of the tire pressure detected by the pressure sensor 12 is carried out as tire-pressure information towards the antenna 18 formed in the car by the data transmitter 16 formed in the wheel rim. The antenna 18 is connected to the receiver 22 and the tire-pressure information transmitted by the data transmitter 16 is received by the receiver 22. In addition, since direct detection of the tire pressure obtained by doing in this way is carried out by the pressure sensor 12, it calls the tire-pressure detection system which consists of a pressure sensor 12, a data transmitter 16, an antenna 18, and a receiver 22 the direct type detection system 20 (refer to drawing 2). Moreover, the direct detection system 20 is equivalent to the detection means of this invention. Moreover, other direct type detection systems may be used as a direct type detection system 20.

[0022] In addition to the above-mentioned direct type detection system 20, the abnormality ring judging equipment 10 of the tire pressure concerning the gestalt of this operation is equipped with the indirect type detection system 30 (refer to drawing 2). the electromagnetism from which the indirect type detection system 30 constitutes the speed sensor 24 which detects wheel speed as shown in drawing 2 — it is constituted by pickup 24B and ECU26 which presumes the abnormalities of a tire pressure based on the wheel speed obtained by the speed sensor 24, and a tire pressure is indirectly presumed from the wheel speed obtained by the speed sensor 24 to the above-mentioned direct type detection system 20 detecting a direct tire pressure with a pressure sensor 12, and an abnormality ring is judged. In addition, the indirect type detection system 30 is equivalent to the presumed means of this invention.

[0023] Moreover, as the tire-pressure information received with the receiver 22 of the direct type detection system 20 is shown in drawing 2 , the receiver 22 is connected to input/output port 28 so that it may be inputted into the input/output port 28 of ECU26.

[0024] the electromagnetism which detects the gear tooth of Rota 24A which what is used by ABS (anti-lock brake system) etc. is usable as for the speed sensor 24 of the indirect type detection system 30, was prepared in the components which rotate with rotation of tires, such as a hub and a brake rotor, as shown in drawing 1 , and was equipped with many gear teeth, and this Rota 24A — it is constituted by pickup 24B. namely, electromagnetism — pickup 24B generates the electrical potential difference which changes periodically according to passage of the gear tooth of Rota 24A, and inputs the generated electrical potential difference into ECU26. In addition, a speed sensor 24 is equivalent to the wheel rotational-speed detection means of this invention.

[0025] ECU26 is constituted including the peripheral device of CPU32, ROM34, and RAM36 grade, as shown in drawing 2 . CPU32, ROM34, and RAM36 Connect through the bus 38 of bidirection, respectively and the bus 38 is connected to the input/output port 28 to which the above-mentioned receiver 22 and the speed sensor 24 were connected. It is constituted so that ***** information may be inputted into CPU32 through input/output port 28 and a bus 38 from a speed sensor 24 and a receiver 22.

[0026] Moreover, the display 40 is connected to input/output port 28, and the case where a tire pressure as a result of being judged with the abnormality ring judging equipment 10 of a tire pressure is unusual, the abnormalities in a system of the abnormality judging equipment of a tire pressure, etc. are reported. In addition, the display 40 is formed in the location which is [panel /

meter] easy to check by looking.

[0027] As an indirect type detection system 30 used for the gestalt of this operation By the diameter of a tire becoming small and using the dynamic load radius which a tire rotational frequency increases, if a tire pressure falls based on the wheel speed obtained from the above-mentioned speed sensor 24 There are a method (henceforth a dynamic load method) which specifies an abnormality ring, and a method (henceforth a resonance detection method) which specifies the abnormality ring of a tire pressure by presuming resonance frequency and a load rate based on the wheel speed obtained from the above-mentioned speed sensor 24 In addition, with the gestalt of this operation, using which method of a dynamic load method and a resonance detection method as an indirect type detection system 30, a potato is good and the indirect type detection system by other methods may be used.

[0028] A dynamic load method by detecting the wheel 14 used as maximum engine speed based on the wheel speed obtained from a speed sensor 24 It is based on the method which specifies an abnormality ring, and the signal acquired from a speed sensor 24. The angular rate of rotation FR of each four flower (front-wheel right) Sum FR+RL of the angular rate of rotation of the wheel 14 of the pair which calculates floor line (front-wheel left), RR (rear wheel right), and RL (rear wheel left), and is on the diagonal line, a ratio (dynamic load radius ratio) with sum floor line+RR of the angular rate of rotation of the wheel 14 of the pair on other diagonal lines — it is possible to use the method which judges the abnormalities of a tire pressure based on $dF=(FR+RL)/(\text{floor line}+RR)$ or approximate-value $\beta = FR - \text{floor line} - RR + RL$ of a dynamic load radius ratio. For example, by performing the sign judging of β , in a forward case, when the front-wheel right or the rear wheel left is abnormalities and negative, an abnormality ring can be specified by judging with the front-wheel left or the rear wheel right being unusual, and performing the size comparison of two flowers. [0029] In addition, as other examples of a dynamic load method, it is possible to use the technique of a publication for JP,9-286213,A for example, namely, the speed sensor 24 formed in input/output port 28 at each wheel 14 — the vehicle speed pulse which came out, respectively and was detected is inputted, and counted value of the vehicle speed pulse of each four flower is set to Pfr, Pfl, Prr, and Prl. A degree type will be materialized if the predetermined value Q is used here. [0030] $Pfr = n - Q + \Delta$, $Pfl = n - Q + \Delta$, $Prr = n - Q + \Delta$, $Prl = n - Q + \Delta$ — here, the deflection S of the laterality of a front wheel and the laterality of a rear wheel is the dynamic load radius ratio k and equivalence, i.e., approximate value, and is expressed with a degree type.

[0031]

$$S = n - Q - k = (Pfr - Pfl) - (Prr - Prl) \\ = \Delta fr - \Delta fl - (\Delta rr - \Delta rl)$$

The tire pressure of each four flower is normal, and if the tire radius of each ring is abbreviation identitas, it will be set to $\Delta fr = \Delta fl = \Delta rr = \Delta rl = 0$, and will be set to $S = 0$, moreover, right and left of a front wheel — if any they are blows out and the tire radius becomes small, it will be set to $\Delta fr - \Delta fl = \Delta rr - \Delta rl \neq 0$, and will become $S \neq 0$ (!=0). Moreover, if all of four flowers are normal pressure, Δfr , Δfl , Δrr , and each Δrl will serve as a value near the zero. The abnormality ring of a tire pressure can be presumed by using this.

[0032] A resonance detection method asks for resonance frequency from the electrical potential difference which is obtained from a speed sensor 24 and which changes periodically, and detects fluctuation of a tire pressure from fluctuation of this resonance frequency. That is, if a tire pressure will decrease supposing it is the continuous line which shows the case of a normal tire pressure to drawing 3, when the degree of hardness of a tire changes and a load rate changes, the resonance point will shift like the dotted line shown in drawing 3. Therefore, by using this principle, the variation of a tire pressure can be presumed and an abnormality ring can be detected. According to the class of tire, since resonance frequency [as opposed to pneumatic pressure at this time] differs as shown in drawing 4 (drawing 4 shows three kinds of tires, a continuous line, a dotted line, and an alternate long and short dash line), it is necessary to amend beforehand and it needs to correspond.

[0033] while the judgment when the tire pressure of one flower falling makes estimate of the variation of a tire pressure the front-wheel right FR, the front-wheel left floor line, the rear wheel right RR, and the rear wheel left RL by the resonance detection method and estimate judges the large (the amount of fluctuation of a tire pressure is large) wheel 14 — the right-and-left ring of each front-wheel rear wheel — estimate — comparing. That is, $SF = FR$ estimate - floor line estimate and $SR = RR$ estimate - RL estimate are computed, and the fall ring of a tire pressure is judged from the sign of SF or SR. For example, the case where the tire pressure of a front wheel FR falls is judged by filling $SF < 0$ and $|SF| > |SR|$. [0034] Or in order to absorb estimate dispersion of each wheel, initial value (initial value study value) is memorized beforehand, and it judges from the variation from this initial value study value. Namely, $\Delta FR = FR$ initial value study value - FR estimate $\Delta floor$ study value - RL estimate is computed, respectively. The largest wheel 14 of the variation from an initial value study value may be judged to be the fall ring of a tire pressure, and the case where change sensibility (spring constant (resonance frequency) variation and $\Delta SR = \Delta RR - \Delta RL$ are computed, and after carrying out an order ring judging, it may be made to carry out a laterality judging.

[0035] Moreover, it judges that the judgment when the tire pressure of two flowers falling performs the following operations, and the tire pressure is falling by two flowers.

[0036]

$| \Delta SF | > JF$ (in addition, JF is a judgment threshold)

$| \Delta SR | > JR$ (in addition, JR is a judgment threshold)

$(| \Delta SF | - | \Delta SR |) < JFR$ (in addition, JFR is a judgment threshold)

That is, at the time of formation, the tire pressure is falling [the three above-mentioned conditions] with each order ring. Therefore, an order ring compares laterality and the wheel 14 of the lower one judges with the tire pressure falling. In addition, in an order ring, when laterality differs more than the judgment threshold, the comparison of a difference before and after there is a fall ring may not have an order ring.

[0037] Moreover, since two front wheels or two rear wheels may be falling when laterality is materialized by the order ring in below a threshold (i.e., two conditions of $| \Delta SF | < JF$ $| \Delta SR | < JR$), one of order rings is judged. That is, the sign of $\Delta FR - \Delta RR$ and $\Delta RL - \Delta RL$ is compared, and when it is forward and two rear wheels are a fall and negative, it judges with two front wheels falling.

[0038] As such a resonance detection method, it is possible to use the technique of a publication for JP.7-89304,A for example. This resonance detection method is explained functionally. As shown in drawing 5, in the system using this method, the displacement speed detection equipment 42 which detects equivalent straight-line displacement rate X_R' , such as the rim section of a wheel 14, is formed, and it connects with the computer 44. a variation rate — wheel speed (angular velocity) ω_R from which speed detection equipment 42 is obtained from the above-mentioned speed sensor 24 — detecting — equivalence straight lines, such as the rim section, — a variation rate — rate X_R' is calculated. A computer 44 is constituted by the peripheral device containing CPU, ROM, and RAM, and detects change of a tire pressure by presuming the disturbance W_2 over a wheel 14. Using hardware resources and a software resource, as shown in drawing 5, this computer 44 is constituted so that it may function as each functional block of the disturbance observer 46, the amount operation part 48 of variation of constant, the constant amendment section 50, and the judgment section 52. In addition, displacement speed detection equipment 42 and a computer 44 can be substituted for ECU26 (refer to drawing 2) of the abnormality ring detection equipment of the tire pressure concerning the gestalt of this operation.

[0039] If presumption of disturbance W_2 approximates the dynamics of the disturbance W_2 which should be presumed with $W_2'=0$, the extended system of a linear system will be described by (1) type.

[0040]

[Equation 1]

$$\begin{bmatrix} X_R'' \\ X_B'' \\ X_{RB}' \\ W_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -D_w/m_R & D_w/m_R & -K_w/m_R & 0 \\ D_w/m_B & -D_w/m_B & K_w/m_B & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_R' \\ X_B' \\ X_{RB} \\ W_2 \end{bmatrix} \quad \dots (1) \text{ 式}$$

[0041] (1) In a formula, only equivalent straight-line displacement rate X_R' of the rim section is detectable. (1) Disturbance can be presumed by decomposing as follows and defining the matrix of a formula.

[0042]

[Equation 2]

$$\begin{aligned} [X_a] &= X_R' \\ [X_b] &= [X_B' \quad X_{RB} \quad W_2]^T \\ [u] &= 0 \\ [A_{11}] &= -D_w/m_R \\ [A_{12}] &= [D_w/m_R \quad -K_w/m_R \quad 0] \\ [A_{21}] &= [D_w/m_B \quad 1 \quad 0]^T \\ [A_{22}] &= \begin{bmatrix} -D_w/m_B & K_w/m_B & 1 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\ [B_1] &= 0 \\ [B_2] &= [0 \quad 0 \quad 0]^T \end{aligned}$$

[0043] presumption of disturbance — at least — a variation rate — equivalence straight lines, such as a rim inputted from speed detection equipment 42, — a variation rate — as the condition in the linear system concerning wheel 14 rotation based on rate X_R' — the equivalence straight line of the belt flank of a tire — a variation rate — rate X_B' and a relative equivalence straight line — presuming a variation rate X_{RB} , respectively — in addition, the disturbance W_2 in the linear system is also presumed. The presumed disturbance W_2 is supplied to the amount operation part 48 of variation of constant, and Variation ΔK_w and ΔD_w calculates it, respectively.

[0044] $W_2 = (\Delta D_w/m_B)(X_R' - X_B') + (\Delta K_w/m_B)X_{RB} + F_d/m_B + n$ — it is — this formula — using — the least square method — a spring — constant — several k_w variation ΔK_w and variation ΔD_w of a damping coefficient D_w are acquired, respectively. Variation ΔK_w and ΔD_w is acquired, respectively so that the sum of the minimum square may be expressed with (2) types and it may become min, namely, so that the value at the time of carrying out the partial differential of the minimum sum of squares S by the value and variation ΔD_w at the time of carrying out a partial differential by variation ΔK_w may be set to 0, respectively.

[0045]

[Equation 3]

$$S(\Delta K_w, \Delta D_w) =$$

$$\sum_{i=1}^N \left(\frac{\Delta D_w(i)}{m_B} (X_R'(i) - X_B'(i)) + \frac{\Delta K_w(i)}{m_B} X_{RB}(i) + \frac{F_d}{m_B} - W_2 \right)^2 \quad \dots (2) \text{ 式}$$

[0046] Specifically, Variation ΔK_w and ΔD_w is calculated using (3) types.

[0047]

[Equation 4]

$$\begin{bmatrix} \frac{\Delta K_w}{m_B} \\ \frac{\Delta D_w}{m_B} \end{bmatrix} = \left\{ \sum_{i=1}^N \begin{bmatrix} R_1(i) \\ R_2(i) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_1(i) & R_2(i) \end{bmatrix} \right\}^{-1} \times \left\{ \sum_{i=1}^N \begin{bmatrix} R_1(i) \\ R_2(i) \end{bmatrix} W_2(i) \right\} \quad \cdots (3) \text{ 式}$$

ただし、

$$R_1(i) = X_{RB}(i)$$

$$R_2(i) = X_R(i) - X_B(i)$$

[0048] the acquired variation delta KW and delta DW is supplied to the constant amendment section 50 — having — them — responding — a spring — constant — several kW and a damping coefficient DW are amended. the amended spring — constant — several kW and a damping coefficient DW are supplied to the judgment section 52. this judgment section 52 — setting — a spring — constant — several kW and the deflection from the current legal value of a damping coefficient DW calculate, and let it be the absolute variation delta KW and delta DW. Then, based on these variation delta Kw and delta Dw, the variation of a tire pressure can be presumed based on the relation of the these variation delta Kw and delta DW and the tire pressure which were beforehand memorized by the storage of ROM34 grade.

[0049] The abnormality ring judging processing of a tire pressure performed with the abnormality ring judging equipment 10 of the tire pressure constituted as mentioned above is explained with reference to the flow chart of drawing 6.

[0050] By abnormality ring judging processing of a tire pressure, it is first judged at step 100 whether the direct type detection system 20 and the indirect type detection system 30 are normal. it is performed whether in the case of the direct type detection system 20, there is any reception of the tire-pressure information from whether there is any energization with a receiver 22 and a pressure sensor 12 when judged by ECU26, and in the case of the indirect type detection system 30, this judgment is judged by ECU26 by whether the signal is inputted from the speed sensor 24. When this judgment is affirmed, it shifts to step 102 and the tire-pressure judging by direct type detection-system 20 and indirect type detection-system 30 each is performed. That is, the tire-pressure information detected by the pressure sensor 12 of the direct type detection system 20 is transmitted towards an antenna with a data transmitter 16, a receiver 22 receives, and it is inputted in ECU26. Tire-pressure information is incorporated by this at ECU26, and it is judged by ECU26 based on the tire-pressure information for which the abnormalities of a tire pressure are obtained from the direct type detection system 20. For example, in ECU26, the abnormalities of a tire pressure are judged by whether it is larger than the predetermined value to which the difference of the reference value set up beforehand and the tire-pressure information acquired from a pressure sensor 12 was set beforehand. moreover — the indirect type detection system 30 — the electromagnetism of a speed sensor 24 — the abnormalities of a tire pressure are judged by using a dynamic load method, a resonance detection method, etc., as mentioned above based on the signal acquired by pickup 24B.

[0051] At step 104, as a result of performing tire-pressure malfunction detection by the direct type detection system 20, it is judged whether the abnormalities of a tire pressure were detected. That is, it is detected by the pressure sensor 12 and the judgment with an unusual tire pressure is performed by ECU26 based on the tire-pressure information which was transmitted by the data transmitter 16 and received with the receiver 22. When this judgment is affirmed, step 106 HE shift is carried out and the selection operation of an abnormality ring is performed by the indirect type detection system 30. That is, based on the wheel speed obtained from the speed sensor 24 of the indirect type detection system 30, by ECU26, a dynamic load radius ratio, the approximate value or resonance frequency, and a spring constant are presumed, and the abnormality ring of a tire pressure is presumed based on this presumption.

[0052] Then, at step 108, it is judged whether the abnormality ring was detected by the indirect type detection system 30. When this judgment is denied, it returns to step 106 and the selection operation of the abnormality ring by the indirect type detection system 30 is performed again. When the judgment of step 108 is affirmed, it shifts to step 110 and the display of an abnormality ring is made. That is, by outputting the signal showing a tire pressure being unusual to a display 40 through a bus 38 and input/output port 28 according to the abnormality ring presumed by ECU26, the display which expresses that a tire pressure is unusual to a display 40 is made, and abnormality judging processing of a tire pressure is ended. In addition, the display to which the location of the abnormality ring computed by the abnormality ring selection operation by the indirect type detection system 30 can check by looking the display displayed on a display 40 at this time is made. For example, it is possible to display by a display, character representation, etc. by the mark showing a wheel 14.

[0053] Thus, after detecting the abnormalities of a tire pressure based on the tire-pressure information acquired from the direct type detection system 20, the abnormalities of a tire pressure are more correctly [than the abnormality ring judging equipment 10 of any of a direct type or the indirect type detection system 30, or the tire pressure of a chisel] detectable by choosing the abnormality ring of a tire pressure with the indirect type detection system 30. Moreover, in the direct type detection system 20, since what is necessary is whether the tire pressure was detected and the abnormalities of a tire pressure were detected by ECU26, and just to judge a chisel, it is not necessary to judge to the location of the abnormality ring of a tire pressure. therefore, in case electric-wave transmission is carried out as tire-pressure information with a data transmitter 16 at an antenna 18, the detection value detected by the pressure sensor 12 Since it is not necessary to distinguish whether the received tire-pressure information is the thing of which wheel 14 The tire-pressure information acquired by the pressure sensor 12 formed in each wheel 14 is receivable with one antenna or two antennas. It is not necessary to form an antenna 18 for every wheel, the number of installation of an antenna 18 can be reduced, and the cost of the abnormality ring detection equipment of a tire pressure can be reduced.

[0054] On the other hand, when the judgment of step 104 is denied, it is judged whether it shifted to step 112 and the abnormalities of a tire pressure were detected by the indirect type detection system 30. When this judgment is denied, return and the judgment of the tire pressure according again to the direct type detection system 20 and the indirect type detection system 30

are again performed to step 102.

[0055] Moreover, when the judgment of step 112 is affirmed (i.e., when the abnormalities of a tire pressure are detected by only the indirect type detection system 30, without the abnormalities of a tire pressure being detected by the direct type detection system 20), it shifts to step 114. At step 114, since the abnormalities of a tire pressure were not detected by the direct type detection system 20 but the abnormalities of a tire pressure were detected by only the indirect type detection system 30, presumption of a tire pressure performed with the indirect type detection system 30 is wrong. Therefore, it judges that it is the false report of the indirect type detection system 30, only the direct type detection system 20 performs the abnormality judging of a tire pressure, and abnormality judging processing of a tire pressure is ended.

[0056] Moreover, when the judgment of step 100 is denied (i.e., when judged with it being abnormalities (for example, failure etc.) any of the direct type detection system 20 or the indirect type detection system 30 they are), it shifts to step 116, and the direct type detection system 20 is normal, or it is judged by ECU26. This judgment is performed based on the judgment of the above-mentioned step 100, that is, it is performed whether there is any reception of the tire-pressure information from whether there is any energization with a receiver 22 and a pressure sensor 12 when judged by ECU26.

[0057] When the judgment of step 116 is affirmed, while it shifts to step 118 and only the direct type detection system 20 performs the abnormality ring judging of a tire pressure, the signal with which the indirect type detection system 30 expresses that they are abnormalities (for example, failure etc.) is outputted to a display 40 through a bus 38 and input/output port 28 from ECU26. It is displayed on a display 40 by this that an indirect type system is unusual, and the abnormalities of the indirect type detection system 30 can be reported to an operator by it.

[0058] Moreover, when the judgment of step 116 is denied, while it shifts to step 120 and only an indirect type system performs the abnormality ring judging of a tire pressure, the signal with which the direct type detection system 20 expresses that they are abnormalities (for example, failure etc.) is outputted to a display 40 through a bus 38 and input/output port 28 from ECU26. It is displayed on a display 40 by this that the direct type detection system 20 is unusual, and the abnormalities of the direct type detection system 20 can be reported to an operator by it.

[0059] Thus, since only the detection system of the direction which is not unusual can perform malfunction detection of a tire pressure when abnormalities, such as failure, occur [any of the direct type detection system 20 or the indirect type detection system 30 they are], even if any break down, the abnormalities of a tire pressure are correctly detectable.

[0060] in addition — the gestalt of the above-mentioned operation — the direct type detection system 20 and the indirect type detection system 30 — although it was made to perform malfunction detection of the tire pressure which boils, respectively and can be set by one ECU26, you may make it use separate ECU by each system

[0061] Moreover, although the pressure sensor which detects a tire pressure detected the abnormalities of a tire pressure with the gestalt of the above-mentioned operation, a temperature sensor is formed and you may make it detect the abnormalities of a tire pressure, and the abnormalities of a tire from the temperature or tire skin temperature in a tire.

[0062]
[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, a detection means detects the tire pressure of two or more wheels. While presuming each tire pressure of two or more wheels based on the rotation condition of two or more wheels with a presumed means and detecting the abnormalities of a tire pressure from the detection result of a detection means Since a tire pressure pinpoints the wheel location of abnormalities from the presumed result of a presumed means when these abnormalities are detected, it is effective in the abnormality ring of a tire pressure being correctly detectable.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the outline of the abnormality ring judging equipment of the tire pressure concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram showing the *** configuration of the abnormality ring judging equipment of the tire pressure concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 3] It is drawing for explaining the resonance frequency at the time of presuming a tire pressure, and the relation of a tire degree of hardness.

[Drawing 4] It is drawing showing the outline of the relation of the tire pressure and resonance frequency which change with classes of tire.

[Drawing 5] It is the functional block diagram showing the outline of the resonance detection method which is an example of an indirect type detection system.

[Drawing 6] It is the flow chart which shows the abnormality ring judging processing of a tire pressure performed with the abnormality ring judging equipment of the tire pressure concerning the gestalt of operation of this invention.

[Description of Notations]

- 10 Abnormality Ring Judging Equipment of Tire Pressure
- 12 Pressure Sensor
- 16 Data Transmitter
- 18 Antenna
- 20 Direct Type Detection System
- 22 Receiver
- 24 Speed Sensor
- 26 ECU
- 30 Indirect Type Detection System

[Translation done.]
